Iranian Journal of Animal Science Research
Homepage: http://ijasr.um.ac.ir

Research Paper
Vol. 15, No.3, Fall 2023, p. 383-395

The Effect of Different Levels of Monosodium Glutamate on Performance, Egg Quality Characteristics and Blood Parameters of Laying Hens

Mohammad Kazemi Fard[1]*, Ali Asghar Kardel[2], Mansour Rezaei[3], Essa Dirandeh[1]

Received: 19-06-2022
Revised: 12-12-2022
Accepted: 16-01-2023
Available Online: 16-01-2023

How to cite this article:
Kazemi Fard, M., Kardel, A., Rezaei, M., & Dirandeh, E. (2023). The effect of different levels of monosodium glutamate on performance, egg quality characteristics and blood parameters of laying hens. *Iranian Journal of Animal Science Research*, *15*(3), 383-395.
DOI: 10.22067/ijasr.2023.77177.1079

Introduction: In the poultry industry, feed efficiency is of great importance in order to reduce the cost of feed by maximizing production efficiency. To achieve this result, the use of synthetic amino acids, such as the amino acids methionine, lysine, arginine, etc. in poultry nutrition can play an effective role in animal performance. Application of monosodium glutamate in animals cause to increased levels of triglycerides, total protein, cholesterol and blood glucose in rats. Addition of 1% monosodium glutamate in broiler diets increased feed intake compared to the control group and also in relation to weight gain at the level of 0.25 and 0.5% monosodium glutamate had a significant decrease compared to the control group. Therefore, considering the role and importance of laying hen performance during the production process and due to the very important role of monosodium glutamate in the occurrence of these changes, the effects of consumption of different levels of monosodium glutamate on performance, egg quality characteristics and blood parameters were investigated.

Materials and Methods: In this study, 60 laying hens of "Hy-Line W36" strain at the age of 68 to 74 weeks in 4 treatments and 5 replications and 3 hens per replication were used. The experiment was conducted as a completely randomized design in four periods 14-day for 8 weeks. Experimental treatments included 0, 0.4, 0.8 and 1.2% levels of monosodium glutamate per kg of feed. To better benefit from the data, all measurement factors except body weight gain were sampled and evaluated at the end of every two weeks. Egg mass was also obtained by multiplying the percentage of daily egg production by the average weight of eggs produced on the same day. Egg quality traits including height and diameter of albumin and yolk, relative weight of yolk and shell and albumin, shell thickness, shape and specific gravity were measured. Blood parameters were selected from two cages in each cage every two weeks and blood samples were taken from their wing veins and the concentrations of glucose, cholesterol, triglyceride, HDL and VLDL were measured using a Pars azmon kit and a spectrophotometer. Experimental data were statistically analyzed using statistical software (2002) SAS 9.1. Significant differences between treatments were compared with Duncan's multiple range test at a significance level ($P<0.05$).

Results and Discussion: The effect of adding treatments on the traits related to egg mass production and feed conversion ratio at the age of 72-74 weeks and feed consumption in all weeks of the experiment was significant. Today, several neurotransmitters have been identified to regulate feed intake, one of which is glutamate, which is most abundant in the central nervous system, which reduces feed intake in broilers. Feed intake is reduced by adding monosodium glutamate throughout the production period. Moreover of experimental

1- Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Animal Sciences and Fisheries, Sari Agriculture and Natural Resources University (SANRU), Mazandaran, Iran.
2- Ph.D. Student, Department of Animal Science, Department of Animal Science, Faculty of Animal Sciences and Fisheries, Sari Agriculture and Natural Resources University (SANRU), Mazandaran, Iran.
3- Professor, Department of Animal Science, Faculty of Animal Sciences and Fisheries, Sari Agriculture and Natural Resources University (SANRU), Mazandaran, Iran.
*Corresponding Author's Email: mo.kazemifard@gmail.com

treatments on Haugh unit, albumin and yolk height in the whole period was significant so that adding 0.4% of monosodium glutamate to the diet was able to increase the height of albumin and Haugh units and decrease yolk height compared to other treatments. Adding 0.8% monosodium glutamate increased the white diameter in the whole period compared to the control treatment and the treatment containing 0.4% monosodium glutamate. The data showed that adding 0.8% of monosodium glutamate to the diet could increase cholesterol, triglyceride and VLDL concentrations at 70-72 weeks of age compared to other treatments. Also, adding 1.2% of monosodium glutamate to the diet has been able to increase the concentration of HDL and VLDL at the age of 76-74 weeks.

Conclusion: In general, it can be concluded that the addition of monosodium glutamate to the diet has no significant effect on the percentage of production, the relative weight of yolk, albumin and egg weight despite the significant effect on blood parameters that was observed also it did not have qualitative parameters of the shell. On the other hand, the addition of 0.4% monosodium glutamate to the diet reduced feed consumption in the entire production period. Also, this treatment was able to increase the height of the albumin and Haugh unit and decrease the height of the yolk compared to other treatments in the entire production period.

Keywords: Blood parameters, Egg quality traits, Laying hen, Monosodium glutamate, Performance

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
Homepage: http://ijasr.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۱۵، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۲، ص. ۳۹۵-۳۸۳

تأثیر سطوح مختلف منوسدیم گلوتامات بر عملکرد، خصوصیات کیفی تخم مرغ و فراسنجه‌های خونی مرغ‌های تخم‌گذار

محمد کاظمی فرد[1*]، علی اصغر کاردل[2]، منصور رضایی[3]، عیسی دیرنده[1]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۲۶

چکیده

هدف تحقیق حاضر، مطالعه اثر سطوح مختلف منوسدیم گلوتامات بر عملکرد، خصوصیات کیفی تخم مرغ و فراسنجه‌های خونی مرغ‌های تخم‌گذار بود. در این تحقیق از تعداد ۶۰ قطعه مرغ تخم‌گذار سویه "های لاین- W36" در سن ۶۸ تا ۷۶ هفتگی در چهار تیمار و پنج تکرار و سه قطعه مرغ در هر تکرار استفاده شد. آزمایش در قالب در طرح کاملاً تصادفی در چهار دوره ۱۴ روزه به‌مدت ۸ هفته اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل سطوح صفر، ۰/۴، ۰/۸ و ۱/۲ درصد مونوسدیم گلوتامات در هر کیلوگرم خوراک بود. نتایج آزمایش نشان داد که افزودن تیمارها بر صفات مربوط به افزایش وزن بدن، درصد تولید و وزن تخم مرغ در همه هفته‌های آزمایش معنی‌دار نبود، امّا توده تخم مرغ تولیدی و ضریب تبدیل خوراک در سن ۷۴-۷۲ هفتگی و مصرف خوراک در تمامی هفته‌های آزمایش معنی‌دار بود، درصورتی‌که بهترین ضریب تبدیل خوراک و توده تخم مرغ مربوط به تیمار حاوی ۰/۴ درصد مونوسدیم گلوتامات می‌باشد، همچنین این تیمار توانست ارتفاع سفیده و واحد هاو را افزایش و ارتفاع زرده را در مقایسه با دیگر تیمارها در کل دوره تولید کاهش دهد ($P<0/05$). علاوبرآن، تیمار حاوی ۰/۸ درصد مونوسدیم گلوتامات به جیره سبب افزایش غلظت کلسترول، تری گلیسرید و VLDLدر سن ۷۲-۷۰ هفتگی شد ($P<0/05$).

واژه‌های کلیدی: صفات کیفی تخم مرغ، عملکرد، فراسنجه‌های خونی، مرغ تخم‌گذار، منوسدیم گلوتامات

مقدمه

در صنعت مرغداری بازده استفاده از مواد خوراکی اهمیت بالایی برخوردار است تا بتواند با حداکثر نمودن راندمان تولید، هزینه تمام شده در هر کیلو خوراک را کاهش دهد. جهت حصول این نتیجه استفاده از اسیدهای آمینه مصنوعی ، نظیر اسید آمینه متیونین، لیزین، آرژنین و... در تغذیه طیور می‌تواند نقش مؤثری در عملکرد حیوان داشته باشد. مونوسدیم گلوتامات که به‌عنوان تشدیدکننده طعم، کیفیت و ماندگاری مواد غذایی اضافه می‌شود، حاوی ترکیبات نمک سدیم و ال اسید گلوتامیک است. برخی از مطالعات نشان می‌دهد، افزودن مونوسدیم گلوتامات در جیره سبب بهبود عملکرد پرنده می‌شود (Walker and Lupien, 2000). تاکنون اسیدهای آمینه مصنوعی گوناگونی در جیره طیور معرفی شده‌اند که از جمله آن‌ها می‌توان به اسید آمینه گلوتامین و گلوتامات اشاره کرد. گلوتامین از اسید آمینه گلوتامات اولیه در بدن می‌تواند ساخته شود. گلوتامین جزء اسید آمینه آزاد است که نقش زیادی در عضله و پلاسما دارد. از طرفی، گلوتامات در دستگاه عصبی مرکزی عمدتاً از گلوکز و به‌واسطه چرخه کربس یا از گلوتامین به‌وسیله سلول گلیال تولید و در اختیار سلول‌های عصبی قرار می‌گیرد (Shahraki, 2010). استفاده از منوسدیم گلوتامات در حیوانات منجر به افزایش سطح تری گلیسرید، پروتئین کل، کلسترول و گلوکز خون در موش‌های صحرایی شد (Osfor *et al.*, 1997; Sant'Diniz *et al.*, 2005). اضافه کردن یک درصد مونوسدیم گلوتامات در جیره جوجه‌های گوشتی سبب افزایش مصرف خوراک در مقایسه با گروه شاهد و هم چنین در رابطه

۱- دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران.
۲- دانشجوی دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران.
۳- استاد، گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران.
(*- نویسنده مسئول: Email: mo.kazemifard@gmail.com)
DOI: 10.22067/ijasr.2023.77177.1079

با افزایش وزن بدن در سطح ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد منوسدیم گلوتامات کاهش معنی‌داری نسبت به گروه شاهد داشت (Khadija *et al.*, 2009). به‌طور کلی، اضافه کردن مونوسدیم گلوتامات بر پروتئین کل و کلسترول سرم اثر نداشته، درصورتی‌که لیپید سرم را کاهش و سطح اسید اوریک سرم را با استفاده از ۰/۵ درصد مونوسدیم گلوتامات در مقایسه با گروه شاهد افزایش داد (Khadija *et al.*, 2009).

با مصرف مونوسدیم گلوتامات ممکن است اسید گلوتامیک در بافت مغز تجمع یابد که در نتیجه، سبب اختلال در مغز شود (Khadija *et al.*, 2009). آمینو گات یک محصول تجاری هست که حاوی ال- گلوتامین و ال- گلوتامیک می‌باشد که با افزودن آن در جیره بچه خوک‌ها، اثرا ت سودمندی بر رشد و ایمنی گله داشت (Cabrera *et al.*, 2013). مکمل‌سازی گلوتامین در جیره جوجه‌های گوشتی، ضریب تبدیل خوراک و افزایش وزن بدن را بهبود داد (Dai *et al.*, 2009). همچنین افزودن گلوتامات و گلوتامین در جیره جوجه‌های گوشتی، سبب بهبود عملکرد رشد می‌شود که این امر به بهتر شدن رشد موکوس بستگی دارد (Shakeri *et al.*, 2014). تاکنون مطالعات کافی درباره اثرات مونوسدیم گلوتامات بر مرغ تخم‌گذار و همچنین صفات کیفی تخم مرغ صورت نگرفته است، بنابراین با توجه به نقش و اهمیت عملکرد مرغ تخم‌گذار در طی فرآیند تولید و به‌دلیل نقش بسیار مهم ترکیب نام برده در بروز تغییرات مذکور، سبب بررسی اثرات مصرف سطوح مختلف مونوسدیم گلوتامات بر عملکرد، خصوصیات کیفی تخم‌مرغ و فراسنجه‌های خونی شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سالن مرغداری مرکز تحقیقات طیور دانشکده علوم دامی و شیلات دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری به‌مدت هشت هفته انجام شد. در این آزمایش با هدف بررسی اثر افزودن مونوسدیم گلوتامات به‌صورت مکمل در جیره مرغ تخم‌گذار سویه تجاری‌های لاین (W-36) و اثر آن بر صفات کیفی و عملکردی تخم مرغ در یک طرح کاملاً تصادفی با تعداد کل ۶۰ قطعه مرغ تخم‌گذار در چهار تیمار و پنج تکرار و سه قطعه مرغ تخم‌گذار در هر تکرار صورت گرفت. همچنین تیمارهای آزمایشی در دوران تولید شامل ۱) جیره بدون افزودنی مونوسدیم گلوتامات در جیره به‌عنوان شاهد ۲) جیره با ۰/۴درصد مونوسدیم گلوتامات ۳) جیره با ۰/۸ درصد مونوسدیم گلوتامات ۴) جیره با ۱/۲ درصد مونوسدیم گلوتامات بود. طول دوره آزمایش شامل دو هفته عادت‌پذیری و آزمایش از سن ۶۸ تا ۷۶ هفته بود. جیره مرغان‌تخم‌گذار بر اساس جداول استاندارد نژادهای‌لاین سویه (W-36) و با نرم‌افزار[1] (UFFDA) تنظیم شد. افزودنی مونوسدیم گلوتامات از شرکت شانگی در کشور چین تهیه شد این مواد حاوی ۹۹ درصد خلوص که ۱۵/۶ درصد سدیم و ۸۴/۴ درصد گلوتامین تشکیل شده است. ترکیب شیمیایی اقلام خوراکی موجود در جیره‌های غذایی از جداول انجمن ملی تحقیقات آمریکا (NRC, 1994) تهیه شد. مواد مغذی موجود در تمام جیره‌های آزمایش یکسان بود و فقط در سطوح مونوسدیم گلوتامات اختلاف داشتند. جیره‌های آزمایشی مورد استفاده و ترکیب شیمیایی آن‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است. پرندگان قبل از شروع آزمایش به منظور عادت‌دهی به‌مدت ۱۴ روز با جیره مونوسدیم گلوتامات تغذیه شدند. برنامه نوردهی در طول انجام پژوهش به‌صورت ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت خاموشی انجام گرفت. تخم مرغ‌های تولیدی روزانه جمع‌آوری و سپس توزین شد. برای بهره‌مندی بهتر از داده‌های آزمایشی تمامی فاکتورهای اندازه‌گیری به‌جز افزایش وزن بدن مرغ، در پایان هر دو هفته نمونه‌برداری و مورد ارزیابی قرار گرفت. محاسبه میزان مصرف خوراک بر اساس جداول استاندار و نیاز سرانه سویه (W-36) از کم کردن مقدار خوراک باقی‌مانده در اخر هر دو هفته از مقدار خوراک مصرف شده و مورد نیاز آن به‌دست آمد. درصد تولید تخم مرغ از تقسیم تعداد کل تخم‌مرغ‌های تولیدی بر تعداد مرغ‌هایی که در یک روز تخم گذاشته‌اند (روز مرغ) محاسبه شد. همچنین ضریب تبدیل خوراک با محاسبه مقدار خوراک مصرفی بر توده تخم مرغ تولیدی در انتهای هر دو هفته محاسبه گردید. همچنین توده تخم مرغ نیز از حاصل‌ضرب درصد تولید تخم مرغ روزانه در میانگین وزن تخم مرغ‌های تولید همان روز به‌دست آمد. جهت اندازه‌گیری وزن نسبی زرده و سفیده با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. همچنین برای ارتفاع سفیده و زرده ابتدا تخم مرغ‌ها روی یک سطح شیشه‌ای شکسته و از دستگاه ریزسنج (سه پایه) اندازه‌گیری شده و قطر سفیده و زرده نیز با استفاده از کولیس سه‌کاره دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری گردید. ضخامت و وزن پوسته نیز بعد از جدا کردن پوسته به‌مدت دو روز در آون ۶۵ درجه خشک شد و با استفاده از کولیس در سه قسمت پوسته هر تخم مرغ اندازه‌گیری و سپس وزن شد. شکل و وزن مخصوص با استفاده از دستگاه تعیین کیفیت تخم‌مرغ (Egg Multi Tester EMT-5200) اندازه‌گیری شد (Sant'Diniz, 2005) .

1- User Friendly Feed Formulation Done Again

جدول ۱- اجزای تشکیل‌دهنده و ترکیب مواد مغذی جیره آزمایشی (درصد)

Table 1- Ingredients and nutrients composition of the experimental diet (Percentage)

اجزای جیره Diet ingredients	درصد Percentage
ذرت Corn	55.45
سبوس گندم Wheat bran	2.00
کنجاله سویا (۴۳ درصد پروتئین خام) Soybean meal (٪43 crude protein)	27.79
روغن سویا Soybean oil	2.14
دی کلسیم فسفات Dicalcium phosphate	2.32
کربنات کلسیم Calcium carbonate	8.97
نمک salt	0.42
دی–ال متیونین DL-methionine	0.23
ال– لیزین L-lysine HCl	0.18
مکمل ویتامینه[1] Vitamin premix[1]	0.25
مکمل معدنی[2] Mineral premix[2]	0.25
مقادیر مواد مغذی محاسبه شده Calculated nutrient composition	
انرژی قابل متابولیسم (کیلو کالری/ کیلوگرم) Metabolizable energy (kcal/ kg)	2620
پروتیئن خام (درصد) Crude protein (%)	16.50
کلسیم (درصد) Calcium (%)	4.00
فسفر قابل دست رس (درصد) Available phosphorus (%)	0.53
سدیم (درصد) Sodium (%)	0.19
متیونین (درصد) Methionine (%)	0.48
متیونین + سیستین (درصد) Methionine + cysteine (%)	0.80
لیزین (درصد) Lysine (%)	1.00
فیبر خام (درصد) Crude fiber (%)	3.38

[1] هر کیلوگرم مکمل ویتامینه حاوی: ویتامین A,IU۱۱۰۰۰: ویتامین D_3 ,IU۲٤۰۰: ویتامین E ۲۲ میلی‌گرم ویتامین B12 ۰/۰۱۸ میلی‌گرم: ویتامین K ۳/۰ میلی‌گرم: تیـامین (B1) ۲/۵ میلی‌گرم: کولین ۱۶۰۰ میلی‌گرم : فولیک اسید ۲/۰ میلی‌گرم: بیوتین ۰/۲۵ میلی‌گرم: ریبوفلاوین ۷/۵ میلی‌گرم.

[2] هر کیلوگرم مکمل معدنی حاوی: منگنز ۱۲۰ میلی‌گرم: روی ۱۱۰ میلی‌گرم: آهن ۲۰ میلی‌گرم: مس ۱۶ میلی‌گرم: سلنیوم ۰/۳ میلی‌گرم: ید ۱/۲ میلی‌گرم.

[1] Every kilogram of vitamin supplement contains: Vitamin IU, A11000: Vitamin D3 IU, 2400: Vitamin E 22 mg Vitamin B12 0.018 mg: Vitamin K 0.3 mg: Thiamine (B1) 5 / 2 mg: Choline 1600 mg: Folic acid 0.2 mg: Biotin 0.25 mg: Riboflavin 7.5 mg.

[2] Every kilogram of mineral supplement contains: Manganese 120 mg: Zinc 110 mg: Iron 20 mg: Copper 16 mg: Selenium 0.3 mg: Iodine 1.2 mg.

برای اندازه‌گیری وزن پوسته بـه‌ازای واحـد سـطح از شـاخص میلی‌گرم وزن پوسته به‌ازای هر سانتی‌مترمربع از سطح آن استفاده شد (Osfor *et al.*, 1997). همچنین سطح پوسته تخم مرغ‌ها با استفاده از معادله زیر محاسبه شد (Walker and Lupien, 2000).

معادله (۱)

سطح پوسته (سانتی مترمربع) = (وزن تخم مرغ)$^{۰/۷۰۵۶}$ × ۹۷۲۸/۳

واحد هاو نیز توسط معادله زیر محاسبه گردید:

معادله (۲)

$$H.U. = 100 \text{ LOG } (H + 7.57 - 1.7 W^{0.37})$$

که در آن، H.U: واحد هاو، H: ارتفاع سفیده برحسب میلی‌متـر و W: وزن تخم مرغ برحسب گرم می‌باشند.

به‌منظور مطالعه فراسنجه‌های خونی در هر دو هفته از هـر قفـس دو قطعه پرنده انتخاب و از سیاهرگ بـال آن‌هـا خـون‌گیـری شـد و غلظت گلوکز، کلسترول، تری گلیسرید، HDL[1] را با استفاده از کیـت شرکت پارس آزمون و به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر انـدازه‌گیـری و غلظت VLDL[2] با استفاده از معادله زیر محاسبه شد (Friedewald *et al.*, 1972; Sahu *et al.*, 2005).

معادله (۳) VLDL=TG/5

روش‌های آماری انجام پژوهش

داده‌های آزمایش ابتدا وارد نرم‌افزار اکسل و سپس با رویـه مـدل خطی نرم‌افزار آماری SAS (2002) مورد آنـالیز آمـاری قـرار گرفـت (Dai *et al.*, 2009). تفاوت معنی‌دار بین تیمارها با آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح معنی‌داری پنج درصد مقایسه شد.

مدل طرح آماری مورد استفاده

معادله (۴) $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$

که در آن،Y_{ij}: مقدار هـر مشـاهده، μ: میـانگین جامعـه، T_i: اثـر تیمارها و e_{ij}: خطای آزمایشی است.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به افزایش وزن بدن تیمارهـای آزمایشـی در ابتـدا و انتهای تولید و همچنین فراسنجه‌های عملکردی در جدول ۲ و ۳ ارائه شده است. در این آزمایش، اثر افزودن مونوسدیم گلوتامات بر صـفات مربوط به افزایش وزن بدن، درصد تولیـد و وزن تخـم مـرغ در همـه هفته‌های آزمایش معنی‌دار نبود. در رابطه با توده تخم مرغ تولیـدی و ضریب تبدیل خوراک در سن ۷۴-۷۲ هفتگـی و مصـرف خـوراک در تمامی هفته‌های آزمایش معنی‌دار بود (P<۰/۰۵)، به‌طوری‌کـه تیمـار حاوی ۰/۴ درصد مونوسدیم گلوتامات بیشترین تـوده تخـم مـرغ و و کمترین ضریب تبدیل خـوراک در مقایسـه بـا بقیـه گـروه‌هـا داشـت همچنین تیمار حاوی ۱/۲ درصد مونوسدیم گلوتامات کمترین مصرف خوراک را به خود اختصاص داد. افزودن ۰/۸ درصد گلوتامین در جیره مرغان تخم‌گذار توانسته است که تولید و تـوده تخـم مـرغ و ضـریب تبدیل خوراک را بهبود دهد، ولی اثر کمی بر کیفیت تخم مرغ داشـت (Shakeri *et al.*, 2014). همچنین این محققـین اشـاره کردنـد کـه گلوتامین می‌تواند ترشح هورمون FSH[3] و LH[4] را افـزایش دهـد، در نتیجه عملکرد تولید نیز بهبود می‌یابد. بر خلاف نتـایج ایـن آزمـایش، گزارش شده است که افزودن یک درصد مونوسدیم گلوتامات در جیره جوجه‌های گوشتی سبب افزایش مصرف خوراک و همچنین در سـطح ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد مونوسدیم گلوتامات در رابطه با افزایش وزن بدن، کاهش معنی‌داری نسبت به گروه شـاهد داشـته اسـت (Khadija *et al.*, 2009). مکمل‌سـازی گلوتـامین در جیـره جوجـه‌هـای گوشـتی، ضریب تبدیل خوراک بهبود و وزن بدن را افـزایش داد (Dai *et al.*, 2009). در جیره امروزه انتقال‌دهنده پیام‌های عصـبی متعـددی بـرای تنظیم مصرف خوراک شناسایی شده است که یکی از آن‌ها گلوتامـات است (Mortezaei *et al.*, 2013). گزارش شده است کـه گلوتامـات اسید آمینه است که بیشترین فراوانی را در سیستم عصب مرکزی دارد که مصرف خوراک را در جوجه گوشتی کـاهش مـی‌دهـد؛ از طرفـی، برخی دیگر از محققان گزارش کردند، استفاده از مونوسدیم گلوتامـات می‌تواند تأثیرات مفیدی بر خوش‌خوراکی خوراک و افزایش وزن بـدن داشته باشد (Egbuonu *et al.*, 2010). بـا توجـه بـه نتـایج جـدول، مصرف خوراک با افزودن ۰/۴ و ۱/۲ درصد مونو سـدیم گلوتامـات در کل دوره تولید کاهش یافته است. سطح اسیدهای آمینه پلاسما یکـی از فاکتورهای مهم در کنترل مصرف خوراک از طریـق هیپوتـالاموس است، به‌طوری‌که با افزایش سطح آن، مصرف خـوراک کـاهش و بـر عکـس، بـا کـاهش سـطح آن مصـرف خـوراک افـزایش مـی‌یابد (Lepkovsky *et al.*, 1973). داده‌های مربـوط بـه اثـر افـزودن مونوسدیم گلوتامات در جیره بر صفات کیفی پوسته و وزن مخصوص تخم مرغ در جدول ۴ ارائه شده است. بررسـی داده‌هـا نشـان داد کـه افزودن مونوسدیم گلوتامات در جیره مرغ تخم‌گذار بر صفاتی همچون وزن نسبی پوسته، ضخامت پوسته، وزن پوسته به‌ازای واحـد سـطح و وزن مخصوص تخم مرغ در همه هفتـه‌هـای آزمـایش معنـی‌دار نبـود (P>۰/۰۵). همسو با این نتایج به‌دست آمده برخـی محققـین گـزارش کردند که افزودن سطوح مختلف گلوتـامین در جیـره نتوانسـت تـأثیر قابل توجهی بر صفات کیفی پوسته تخم مرغ داشته باشد (Shakeri

1- High-density lipoprotein cholesterol
2- Very low density lipoprotein
3- Follicle stimulating hormone
4- Luteinizing hormone

(et al., 2014). در مقابل، برخی از محققین مشاهده کردند که اضافه کردن یک درصد گلوتامین در جیره مرغان تخم‌گذار سبب بهبود ضخامت پوسته و افزایش محتویات کلسیم پوسته تخم مرغ و کاهش عناصر مانند روی، پتاسیم و مس شد، ولی بر اندازه کریستال‌های کربنات کلسیم تأثیر معنی‌داری نداشت (Muszyński et al., 2022).

پوسته تخم مرغ حاوی ۹۴ درصد کلسیم است و مهم ترین فاکتور در کیفیت تخم مرغ به حساب می‌آید (Athanasiadou et al., 2018). کلسیم جیره و بازچرخش کلسیم در استخوان دو منبع مهم در تشکیل پوسته تخم مرغ است. اثبات شده است که گلوتامین با بهبود متابولیسم در استخوان سبب افزایش کیفیت پوسته تخم مرغ می‌شود که این اثر می‌توان به مصرف خوراک و بهبود کلسیمی شدن پوسته تخم مرغ نسبت داد (Muszyński et al., 2022). همچنین گلوتامین، جذب کلسیم در محیط دستگاه گوارش کمک می‌کند که این امر سبب افزایش محتویات کلسیم در پوسته تخم مرغ می‌شود (Muszyński et al., 2022).

جدول ۲- اثر مونوسدیم گلوتامات بر طول و عرض تخم مرغ و افزایش وزن بدن مرغان تخم‌گذار

Table 2- Body weight gain and egg length and width of monosodium glutamate fed laying hens

صفت Traits	هفته Weeks	درصد مونو سدیم گلوتامات Monosodium glutamate (%) 0	0.4	0.8	1.2	خطای استاندارد میانگین SEM	احتمال معنی داری P-value
وزن بدن در ابتدای دوره (گرم) Body weight at the beginning of period (g)	68	1608	1589	1639	1594	19.106	0.764
وزن بدن در انتهای دوره (گرم) Body weight at the end of period (g)	76	1703	1643	1700	1662	30.892	0.881
افزایش وزن بدن در زمان آزمایش (گرم) Body weight gain at the during trial (g)	68-76	94	72	82	68	16.506	0.949
طول تخم‌مرغ (میلی‌متر) Egg length (mm)	68-70	6.13	5.89	6.08	5.93	0.036	0.085
	70-72	6.06	6.15	6.10	6.17	0.046	0.888
	72-74	5.83	5.88	6.03	6.04	0.046	0.383
	74-76	5.82^{b}	5.97^{b}	6.35^{a}	6.24^{a}	0.037	0.0002
	کل دوره Whole period	5.97	5.98	6.15	6.09	0.026	0.075
عرض تخم‌مرغ (میلی‌متر) Egg width (mm)	68-70	4.40	4.46	4.37	4.27	0.028	0.119
	70-72	4.38	4.39	4.42	4.41	0.021	0.913
	72-74	4.33	4.48	4.35	4.38	0.019	0.064
	74-76	4.26	4.38	4.44	4.43	0.021	0.050
	کل دوره Whole period	4.35	4.43	4.40	4.37	0.013	0.196

SEM: اشتباه معیار میانگین؛ P-value: سطح معنی‌داری؛ a-b تفاوت میانگین‌ها با حرف غیر مشترک در هر ردیف معنی‌داری است ($P<0.05$).

SEM: standard error of mean; a-b Means with different letters in a row differ significantly ($P<0.05$).

تأثیر سطوح مختلف مونوسدیم گلوتامات بر فراسنجه‌های کیفی تخم مرغ در جدول ۵ ارائه شده است. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که افزودن تیمارهای آزمایشی بر واحد هاو در دوره‌های سنی ۷۰–۶۸، ۷۶–۷۴ هفتگی و کل دوره همچنین ارتفاع سفیده و زرده در دوره‌های سنی ۷۰–۶۸ هفتگی و کل دوره معنی‌دار بود ($P<0.05$) به‌طوری‌که افزودن ۰/۴ درصد مونوسدیم گلوتامات به جیره در سن ۷۰–۶۸ هفتگی و کل دوره توانست ارتفاع سفیده و واحد هاو افزایش و ارتفاع زرده در مقایسه با دیگر تیمارها کاهش دهد. هر چند قطر زرده تحت تأثیر سطوح مختلف منوسدیم گلوتامات قرار نگرفت ($P>0.05$)، ولی قطر سفیده به‌جز در هفته ۷۴–۷۲، در همه دوره‌های آزمایش تأثیر معنی‌داری داشت ($P<0.05$)، به‌طوری‌که با افزودن ۰/۸ درصد مونوسدیم گلوتامات سبب افزایش قطر سفیده در سنین ۷۲–۷۰، ۷۶–۷۴ هفتگی و کل دوره در مقایسه شاهد و تیمار حاوی ۰/۴ درصد مونوسدیم گلوتامات شد. بر خلاف نتایج این آزمایش، اولاروتیمی (Olarotimi, 2020) گزارش کرد، افزودن ۰/۲۵ و ۰/۵ گرم بر کیلوگرم مونوسدیم گلوتامات به جیره مرغان تخم‌گذار بر ارتفاع زرده تأثیر معنی‌داری نداشت، درصورتی‌که قطر زرده معنی‌دار بود. سفیده و واحد هاو مهم ترین فاکتور بر کیفیت داخلی تخم مرغ به

حساب می‌آیند. با افزایش سطح مونوسدیم گلوتامات از ۰/۲۵ تا ۱/۲۵ گرم بر کیلوگرم جیره توانست ارتفاع سفیده و واحد هاو در مقایسه با گروه شاهد افزایش دهد (Olarotimi, 2020). با این حال، اطلاعات کمی در مورد اثر مونوسدیم گلوتامات بر فراسنجه‌های داخلی تخم مرغ وجود دارد. در توافق با این نتایج گزارش شد که اضافه کردن مونو سدیم گلوتامات به جیره مرغان تخم‌گذار تأثیر معنی‌داری بر وزن زرده مشاهده نشد، درصورتی‌که با افزایش سطح مونوسدیم گلوتامات به جیره توانست شاخص زرده را کاهش دهد (Dong *et al*., 2010; Olarotimi, 2020).

جدول ۳- اثر مونوسدیم گلوتامات بر فراسنجه‌های عملکردی مرغ تخم‌گذار

Table 3- Effect of monosodium glutamate on performance parameters of laying hens

صفت Traits	هفته Weeks	درصد مونو سدیم گلوتامات Monosodium glutamate (%)				خطای استاندارد میانگین SEM	احتمال معنی داری P-value
		0	0.4	0.8	1.2		
تولید تخم‌مرغ (درصد) Egg production (%)	68-70	83.33	81.90	85.24	81.43	1.949	0.885
	70-72	79.36	77.14	71.42	73.33	1.647	0.391
	72-74	70.63	79.04	73.81	68.57	1.755	0.174
	74-76	66.66	77.14	86.66	79.99	2.656	0.156
	کل دوره Whole period	75.00	78.81	79.88	75.83	1.150	0.436
وزن تخم‌مرغ (گرم/مرغ) Egg weight (g/h)	68-70	61.48	61.69	62.46	60.32	0.824	0.827
	70-72	59.89	62.06	63.32	60.98	0.620	0.325
	72-74	61.50	62.94	64.49	62.33	0.673	0.504
	74-76	62.53	62.89	65.97	63.07	0.645	0.241
	کل دوره Whole period	60.87	62.39	64.06	61.83	0.590	0.350
توده تخم‌مرغ تولیدی (گرم/ مرغ /روز) Egg mass (g/h/d)	68-70	51.48	50.47	53.20	49.29	1.304	0.734
	70-72	47.41	47.80	45.25	44.68	1.014	0.628
	72-74	43.13^{b}	49.67^{a}	47.88^{ab}	42.75^{b}	0.930	0.043
	74-76	43.03	48.23	57.14	50.37	1.571	0.079
	کل دوره Whole period	46.43	49.04	51.14	46.73	0.609	0.054
مصرف خوراک (گرم/روز) Feed intake (g/d)	68-70	110.50^{a}	109.42^{a}	110.54^{a}	107.90^{b}	0.202	0.001
	70-72	108.19^{d}	109.48^{c}	111.94^{a}	110.25^{b}	0.101	0.0001
	72-74	109.93^{b}	106.83^{d}	113.57^{a}	109.14^{c}	0.103	0.0001
	74-76	115.86^{b}	112.48^{c}	117.48^{a}	106.12^{d}	0.161	0.0001
	کل دوره Whole period	111.12^{b}	109.55^{c}	113.38^{a}	108.35^{d}	0.072	0.0001
ضریب تبدیل خوراک (گرم مصرف خوراک/گرم توده تخم مرغ) Feed conversion ratio (g feed intake/g egg mass)	68-70	2.146	2.168	2.077	2.189	0.058	0.861
	70-72	2.283	2.290	2.473	2.467	0.052	0.329
	72-74	2.556^{a}	2.150^{b}	2.371^{ab}	2.552^{a}	0.047	0.020
	74-76	2.692	2.331	2.056	2.106	0.067	0.077
	کل دوره Whole period	2.393	2.233	2.217	2.318	0.027	0.193

SEM: اشتباه معیار میانگین؛ P-value: سطح معنی‌داری؛ a-b تفاوت میانگین‌ها با حرف غیر مشترک در هر ردیف معنی‌داری است (P<۰/۰۵).

SEM: standard error of mean; a-b Means with different letters in a row differ significantly (P<0.05).

نتایج مربوط به اثر افزودن مونوسدیم گلوتامات به جیره مرغان تخم‌گذار بر فراسنجه‌های خونی در جدول ۶ ارائه شده است. بررسی داده‌ها نشان داد که افزودن تیمارهای آزمایشی بر غلظت کلسترول و تری گلیسرید در سن ۷۲-۷۰ هفتگی، HDL در دوره‌های سنی ۷۰-۶۸ و ۷۶-۷۴ هفتگی و همچنین VLDL در دوره‌های سنی ۷۲-۷۰ و ۷۶-۷۴ هفتگی معنی‌دار بود (P<۰/۰۵)، به‌طوری‌که افزودن ۰/۸ درصد مونوسدیم گلوتامات به جیره توانست غلظت کلسترول، تری گلیسرید و VLDL در سن ۷۲-۷۰ هفتگی در مقایسه با دیگر تیمارها افزایش دهد. از طرفی، اضافه کردن ۱/۲ درصد مونوسدیم گلوتامات به جیره توانسته است، غلظت HDL و VLDL را در سن ۷۶-۷۴ هفتگی افزایش دهد. افزودن مونوسدیم گلوتامات در جیره موش‌های جوان غلظت کلسترول و تری گلیسرید را افزایش داد که این امر

نشان‌دهنده متابولیسم و شکسته شدن تری گلیسرید و احتمالاً افزایش متابولیسم اسیدهای چرب از ذخایر محوطه چربی است (Bopanna *et al.*, 1997). همچنین گزارش شده است که استفاده از مونوسدیم گلوتامات غلظت پروتئین کل، کلسترول و گلوکز خون را در موش افزایش داد (Osfor *et al.*, 1997). اثر مونوسدیم گلوتامات بر کلسترول را می‌توان به فعال شدن آنزیم ۳- هیدروکسیل کوآ رودکتاز که مرحله محدودکننده ساخت کلسترول از طریق فسفریلات (غیر فعال) به دفسفریلات (فعال) است نسبت داد (Obochi *et al.*, 2009). اضافه کردن مونوسدیم گلوتامات از طریق کنترل فعالیت ۳ هیدروکسیل ۳ میتوکسیل گلوتامین کوآ و جابجایی کلسترول می‌تواند روند متابولیسم کلسترول را تغییر دهد (Obochi *et al.*, 2009). افزایش مونوسدیم گلوتامات به‌مقدار ۱۵ میلی‌گرم/کیلوگرم در موش بالغ نر توانسته است به برخی از اندام‌های متابولیکی آسیب برساند که در نتیجه، سبب تغییر در روند متابولیسم کلسترول و تری آسیل گلیسرول شود (Egbuonu *et al.*, 2011).

جدول ٤- اثر مونوسدیم گلوتامات بر فراسنجه‌های کیفی پوسته و وزن مخصوص تخم‌مرغ

Table 4- Effect of monosodium glutamate on eggshell quality and specific gravity parameters of egg

صفت Traits	هفته Weeks	درصد مونو سدیم گلوتامات گلوتامات Monosodium glutamate (%)				خطای استاندارد میانگین SEM	احتمال معنی داری P-value
		0	0.4	0.8	1.2		
وزن نسبی پوسته تخم‌مرغ (درصد) Relative shell weight (%)	68-70	9.60	9.78	9.51	9.79	0.195	0.941
	70-72	9.70	10.15	9.66	9.67	0.099	0.214
	72-74	9.74	9.77	9.64	9.66	0.149	0.986
	74-76	9.92	10.08	9.08	9.54	0.144	0.078
	کل دوره Whole period	9.75	9.91	9.47	9.68	0.080	0.257
ضخامت پوسته تخم‌مرغ (میلی متر) Eggshell thickness (mm)	68-70	0.293	0.291	0.286	0.261	0.008	0.493
	70-72	0.381	0.342	0.360	0.398	0.010	0.300
	72-74	0.351	0.365	0.334	0.381	0.006	0.101
	74-76	0.350	0.312	0.311	0.324	0.008	0.483
	کل دوره Whole period	0.344	0.329	0.321	0.338	0.003	0.216
وزن پوسته به‌ازای واحد سطح آن (میلی‌گرم/ سانتی‌مترمربع) Shell weight per unit surface area (SWUSA) (mg/cm^2)	68-70	82.70	82.69	81.27	82.74	1.491	0.979
	70-72	82.92	87.25	83.71	83.06	0.790	0.172
	72-74	82.48	83.39	82.45	83.06	1.168	0.989
	74-76	83.06	85.98	79.71	82.86	1.227	0.321
	کل دوره Whole period	82.98	84.63	81.86	83.04	0.620	0.436
وزن مخصوص تخم‌مرغ (گرم بر سانتی‌متر مکعب) Specific gravity of Egg (g/cm^3)	68-70	1.082	1.085	1.086	1.085	0.001	0.609
	70-72	1.085	1.087	1.085	1.084	0.001	0.302
	72-74	1.083	1.085	1.085	1.083	0.001	0.618
	74-76	1.087	1.088	1.081	0.083	0.001	0.088
	کل دوره Whole period	1.084	1.086	1.084	1.084	0.001	0.253

SEM: اشتباه معیار میانگین؛ P-value: سطح معنی‌داری؛ a-b تفاوت میانگین‌ها با حرف غیر مشترک در هر ردیف معنی‌داری است (P<۰/۰۵).

SEM: standard error of mean; a-b Means with different letters in a row differ significantly ($P<0.05$).

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی می‌توان نتیجه‌گیری نمود که افزودن مونوسدیم گلوتامات به جیره علی‌رغم تأثیر معنی‌دار بر فراسنجه‌های خونی که مشاهده شد، هیچ گونه تأثیر معنی‌داری بر درصد تولید، وزن نسبی زرده، سفیده و وزن تخم مرغ و همچنین فراسنجه‌های کیفی پوسته نداشت. از طرفی، افزودن ۰/۴ درصد مونوسدیم گلوتامات به جیره مصرف خوراک در کل دوره تولید کاهش داد. همچنین این تیمار توانست ارتفاع سفیده و واحد هاو را افزایش و ارتفاع زرده را در مقایسه با دیگر تیمارها در کل دوره تولید کاهش دهد.

سپاسگزاری

این پژوهش با حمایت مالی دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم

کشاورزی و منابع طبیعی ساری در قالب طرح پژوهشی مصوب به شماره ۰۹–۱۴۰۰–۰۳ انجام شده است و بدینوسیله نویسندگان بر خود لازم می‌دانند مراتب تشکر صمیمانه خود را اعلام نمایند.

جدول ۵- اثر مونوسدیم گلوتامات بر فراسنجه‌های کیفی تخم‌مرغ

Table 5- Effect of monosodium glutamate on quality parameters of egg

صفت Traits	هفته Weeks	درصد مونو سدیم گلوتامات Monosodium glutamate (%)				خطای استاندارد میانگین SEM	احتمال معنی داری P-value
		0	0.4	0.8	1.2		
واحد هاو Haugh unit	68-70	85.39^{b}	90.02^{a}	86.56^{b}	86.64^{b}	0.537	0.030
	70-72	85.61	86.75	83.36	81.81	0.715	0.082
	72-74	89.80	89.23	87.06	86.01	0.673	0.190
	74-76	88.79^{a}	86.80^{ab}	84.20^{b}	83.58^{b}	0.629	0.043
	کل دوره Whole period	87.26^{ab}	88.34^{a}	85.30^{bc}	84.83^{c}	0.365	0.003
ارتفاع سفیده (میلی‌متر) Albumin height (mm)	68-70	7.61^{b}	8.21^{a}	7.70^{b}	7.61^{b}	0.081	0.034
	70-72	7.56	7.80	7.30	7.02	0.112	0.095
	72-74	8.18	8.21	7.80	7.70	0.113	0.288
	74-76	7.86	7.71	7.59	7.38	0.108	0.532
	کل دوره Whole period	7.79^{ab}	8.02^{a}	7.61^{b}	7.47^{b}	0.057	0.008
ارتفاع زرده (میلی‌متر) Yolk height (mm)	68-70	18.39^{a}	15.51^{c}	17.00^{b}	17.45^{ab}	0.177	0.0001
	70-72	16.96	16.77	16.97	16.82	0.161	0.958
	72-74	16.94	16.48	16.70	16.79	0.158	0.805
	74-76	16.50	16.56	17.30	17.09	0.133	0.122
	کل دوره Whole period	17.24^{a}	16.32^{b}	17.02^{a}	17.06^{a}	0.069	0.0002
قطر سفیده (میلی‌متر) Albumin diameter (mm)	68-70	83.32^{bc}	81.91^{c}	84.47^{ab}	86.53^{a}	0.375	0.0008
	70-72	77.86^{b}	77.11^{b}	82.54^{a}	78.28^{ab}	0.753	0.047
	72-74	75.37	78.06	78.43	80.06	0.662	0.172
	74-76	71.31^{c}	76.91^{b}	80.30^{a}	79.10^{ab}	0.506	0.0001
	کل دوره Whole period	77.31^{b}	78.36^{b}	81.54^{a}	81.16^{a}	0.370	0.0008
قطر زرده (میلی‌متر) Yolk diameter (mm)	68-70	48.31	46.58	48.49	48.38	0.355	0.188
	70-72	41.31	42.91	42.79	43.01	0.304	0.279
	72-74	41.33	42.37	42.54	41.89	0.292	0.540
	74-76	42.31	41.98	44.11	43.74	0.350	0.101
	کل دوره Whole period	43.43	43.57	44.55	44.35	0.174	0.083
وزن نسبی سفیده (درصد) Relative albumen weight (%)	68-70	55.10	53.67	56.15	53.87	0.597	0.402
	70-72	55.19	54.69	56.26	54.95	0.466	0.602
	72-74	52/87	53.05	53.91	53.70	0.506	0.849
	74-76	53.42	55.89	57.36	54.24	0.707	0.246
	کل دوره Whole period	54.20	54.38	55.97	54.11	0.382	0.273
وزن نسبی زرده (درصد) Relative yolk weight (%)	68-70	29.51	28.16	28.22	29.58	0.411	0.447
	70-72	27.62	27.47	27.05	28.00	0.311	0.740
	72-74	26.65	26.65	26.41	26.96	0.306	0.929
	74-76	28.05	25.35	26.88	28.28	0.437	0.100
	کل دوره Whole period	27.86	26.89	27.15	28.22	0.247	0.196

SEM: اشتباه معیار میانگین؛ P-value: سطح معنی‌داری؛ $^{a-b}$ تفاوت میانگین‌ها با حرف غیر مشترک در هر ردیف معنی‌داری است (P<۰/۰۵).

SEM: standard error of mean; a-b Means with different letters in a row differ significantly (P<0.05).

جدول ٦– اثر مونوسدیم گلوتامات بر فراسنجه‌های خونی مرغان تخم گذار
Table 6- Effect of monosodium glutamate on blood parameters of laying hens

صفت Traits	هفته Weeks	درصد مونو سدیم گلوتامات Monosodium glutamate (%)				خطای استاندارد میانگین SEM	احتمال معنی داری P-value
		0	0.4	0.8	1.2		
کلسترول (میلی‌گرم / دسی لیتر) Cholesterol (mg/dL)	68-70	138.00	165.33	135.50	172.00	18.541	0.8711
	70-72	94.50^{c}	129.00^{bc}	187.00^{a}	158.50^{ab}	6.624	0.0298
	72-74	130.50	134.75	120.75	158.00	9.473	0.7527
	74-76	163.50	143.75	133.00	209.00	12.020	0.1626
	کل دوره Whole period	138.10	147.76	145.14	160.80	14.285	0.9615
کلسترول HDL (میلی‌گرم / دسی لیتر) HDL-cholesterol (mg/dL)	68-70	81.25^{ab}	95.62^{a}	90.50^{ab}	72.50^{b}	2.722	0.0355
	70-72	68.33	82.50	106.00	82.00	4.768	0.0940
	72-74	90.00	81.67	97.50	65.83	9.489	0.6549
	74-76	89.17^{b}	102.50^{b}	105.63^{b}	139.38^{a}	4.617	0.0170
	کل دوره Whole period	80.27	91.16	98.71	89.87	2.500	0.1723
کلسترول VLDL (میلی‌گرم / دسی لیتر) VLDL- Cholesterol (mg/dL)	68-70	306.80	235.73	278.00	275.40	24.736	0.7846
	70-72	247.00^{b}	216.73^{b}	365.40^{a}	259.87^{b}	10.455	0.0140
	72-74	242.80	295.13	168.80	386.30	22.243	0.0770
	74-76	288.07^{ab}	248.90^{b}	229.80^{b}	385.12^{a}	17.880	0.0357
	کل دوره Whole period	273.77	260.74	249.36	351.54	14.634	0.08118
گلوکز (میلی‌متر) Glucose (mg/dL)	68-70	234.00	236.00	224.00	226.00	1.391	0.0909
	70-72	235.00	227.00	263.33	224.00	8.287	0.3318
	72-74	222.00	213.50	223.00	240.00	2.625	0.0560
	74-76	238.66	229.80	233.00	238.66	1.658	0.2015
	کل دوره Whole period	233.90	225.90	238.66	236.54	2.224	0.2023
تری گلیسرید (میلی‌متر) Triglyceride (mg/dL)	68-70	1534.0	1178.7	1390.0	1377.0	123.683	0.7846
	70-72	1235.0^{b}	1083.7^{b}	1827.0^{a}	1360.0^{b}	56.150	0.0227
	72-74	1214.0	1475.7	934.0	1492.0	102.671	0.2131
	74-76	1440.3	1244.5	1149.0	1918.3	97.883	0.0736
	کل دوره Whole period	1369.0	1303.7	1246.8	1412.6	130.829	0.9701

SEM: اشتباه معیار میانگین؛ P-value: سطح معنی‌داری؛ a-b تفاوت میانگین‌ها با حرف غیر مشترک در هر ردیف معنی‌داری است (P<۰/۰۵).
SEM: standard error of mean; a-b Means with different letters in a row differ significantly (P<0.05).

References

1. Athanasiadou, D., Jiang, W., Goldbaum, D., Saleem, A., Basu, K., Pacella, M. S., & McKee, M. D. (2018). Nanostructure, osteopontin, and mechanical properties of calcitic avian eggshell. *Science Advances*, *4*(3), eaar3219. http://dx.doi.org/10.1126/sciadv.aar3219.
2. Barnard, N. D., Scialli, A. R., & Bobela, S. (2002). The current use of estrogens for growth-suppressant therapy in adolescent girls. *Journal of Pediatric and Adolescent Gynecology*, *15*(1), 23-26. Http://dx.doi.org/10.1016/S1083-3188(01)00135-8.
3. Bopanna, K. N., Kannan, J., Sushma, G., Balaraman, R., & Rathod, S. P. (1997). Antidiabetic and antihyperlipaemic effects of neem seed kernel powder on alloxan diabetic rabbits. *Indian Journal of Pharmacology*, *29*(3), 162.
4. Cabrera, R. A., Usry, J. L., Arrellano, C., Nogueira, E. T., Kutschenko, M., Moeser, A. J., & Odle, J. (2013). Effects of creep feeding and supplemental glutamine or glutamine plus glutamate (Aminogut) on pre-and post-weaning growth performance and intestinal health of piglets. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, *4*(1), 1-13. Http://dx.doi.org/10.1186/2049-1891-4-29.

5. Carter, T. C. (1975). The hen's egg: Estimation of shell superficial area and egg volume, using measurements of fresh egg weight and shell length and breadth alone or in combination. *British Poultry Science,16* (5), 541-543. Http://dx.doi.org/10.1080/00071667508416224.
6. Dai, S. F., Wang, L. K., Wen, A. Y., Wang, L. X., & Jin, G. M. (2009). Dietary glutamine supplementation improves growth performance, meat quality and colour stability of broilers under heat stress. *British Poultry Science, 50*(3), 333-340. Http://dx.doi.org/10.1080/00071660902806947.
7. Dong, X. Y., Yang, C. F., Tang, S. Q., Jiang, Q. Y., & Zou, X. T. (2010). Effect and mechanism of glutamine on productive performance and egg quality of laying hens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, *23*(8), 1049-1056. Http://dx.doi.org/10.5713/ajas.2010.90611.
8. Egbuonu, A. C. C., Obidoa, O., Ezeokonkwo, C. A., Ejikeme, P. M., & Ezeanyika, L. U. S. (2010). Some biochemical effects of sub-acute oral administration of L-arginine on monosodium glutamate-fed Wistar albino rats 1: Body weight changes, serum cholesterol, creatinine, and sodium ion concentrations. *Toxicological and Environmental Chemistry, 92(*7), 1331-1337. Http://dx.doi.org/10.1080/02772240903450645.
9. Egbuonu, A. C. C., & Osakwe, O. N. (2011). Effects of high monosodium glutamate on some serum markers of lipid status in male Wistar rats. *Journal of Medicine and Medical Sciences, 2*(1), 653-656.
10. Friedewald, W. T., Levy, R. I., & Fredrickson, D. S. (1972). Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clinical Chemistry*, *18*(6), 499-502. Http://dx.doi.org/10.1093/clinchem/18.6.499.
11. Hamilton, R. M. G. (1978). Observations on the changes in physical characteristics that influence egg shell quality in ten strains of White Leghorns. *Poultry Science, 57*(5), 1192-1197. Http://dx.doi.org/10.3382/ps.0571192.
12. Hartmann, C., Strandberg, E., Rydhmer, L., & Johansson, K. (2003). Genetic relations of yolk proportion and chick weight with production traits in a White Leghorn line. *British Poultry Science, 44*(2), 186-191. Http://dx.doi.org/10.1080/0007166031000096489.
13. Khadija, A., Ati, A., Mohammed, S., Saad, A. M., & Mohamed, H. E. (2009). Response of broiler chicks to dietary monosodium glutamate. *Pakistan Veterinary Journal*, *29*(4), 165-168.
14. Lepkovsky, S. (1973). Newer concepts in the regulation of food intake. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *26*(3), 271-284. Http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/26.3.271.
15. Mortezaei, S. S., Zendehdel, M., Babapour, V., & Hasani, K. (2013). The role of glutamatergic and GABAergic systems on serotonin-induced feeding behavior in chicken. *Veterinary Research Communications*, *37*(4), 303-310. Http://dx.doi.org/10.1007/s11259-013-9576-8.
16. Muszyński, S., Tomaszewska, E., Arczewska-Włosek, A., Kasperek, K., Batkowska, J., Lamorski, K., Wiącek, D., Donaldson, J., Świątkiewicz, S., & Świątkiewicz, S. (2022). Dietary L-glutamine affects eggshell quality in the post-peak laying period. *Annals of Animal Science*, *23*(1), 121-128. Http://dx.doi.org/10.2478/aoas-2022-0022.
17. NRC. (1994). Nutrient Requirements of Poultry. 9th ed. National Academy Press, Washington. DC.
18. Obochi, G. O., Malu, S. P., Obi-Abang, M., Alozie, Y., & Iyam, M. A. (2009). Effect of garlic extracts on monosodium glutamate (MSG) induced fibroid in Wistar rats. *Pakistan Journal of Nutrition, 8*(7), 970-976.
19. Olarotimi, O. J. (2020). Quality parameters, lipids and antioxidant profiles of eggs from hens fed diets with varied inclusions of monosodium glutamate. *Journal of Poultry Research, 18*(1), 5-12. Http://dx.doi.org/10.34233/jpr.813355.
20. Osfor, M., El-Desouky, S. A., & El-Leithy, N. A. (1997). Effect of dietary intake of monosodium glutamate on some nutritional and biochemical traits in albino rats. *Journal of Comparative Pathology Clinical Pathway*, *10*, 131-139.
21. Sahu, S., Chawla, R., & Uppal, B. (2005). Comparison of two methods of estimation of low density lipoprotein cholesterol, the direct versus Friedewald estimation. *Indian Journal of Clinical Biochemistry*, *20*(2), 54-61. Http://dx.doi.org/10.1007/BF02867401.
22. Sant'Diniz, Y., Faine, L. A., Galhardi, C. M., Rodrigues, H. G., Ebaid, G. X., Burneiko, R. C., ... & Novelli, E. L. (2005). Monosodium glutamate in standard and high-fiber diets: *Metabolic Syndrome and Oxidative Stress in Rats. Nutrition, 21*(6), 749-755.
23. SAS INST., (2002): SAS User's Guide: Statistics. Version 9.1. SAS Inst., Cary, NC.
24. Shahraki, A. (2010). Ionotropic glutamate receptors and their role in neurological diseases. *Journal of Kerman University of Medical Sciences.* (In Persian).

25. Shakeri, M., Zulkifli, I., Soleimani, A. F., o'Reilly, E. L., Eckersall, P. D., Anna, A. A., & Abdullah, F. F. J. (2014). Response to dietary supplementation of L-glutamine and L-glutamate in broiler chickens reared at different stocking densities under hot, humid tropical conditions. *Poultry Science, 93*(11), 2700-2708. Http://dx.doi.org/10.3382/ps.2014-03910.
26. Vashan, S. H., Afzali, N., Mallekaneh, M., Nasseri, M. A., & Allahresani, A. (2008). The effect of different concentrations of safflower seed on laying hen's performance, yolk and blood cholesterol and immune system. *International Journal of Poultry Science, 7*(5), 470-473.
27. Walker, R., & Lupien, J. R. (2000). The safety evaluation of monosodium glutamate. *The Journal of Nutrition*, *130*(4), 1049S-1052S. Http://dx.doi.org/10.1093/jn/130.4.1049S.